

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-254055

(43)Date of publication of application : 13.11.1991

(51)Int.Cl.

H01J 37/20

(21)Application number : 02-049304

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 02.03.1990

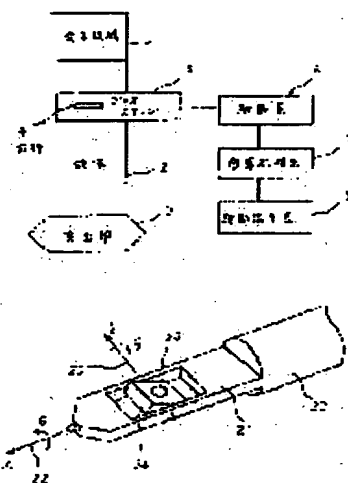
(72)Inventor : HOSOI NORIFUNE
MISAWA YUTAKA
KIMOTO KOJI

(54) ELECTRON MICROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To accomplish wide range combinations of parallel motion amount with inclining motion amount by calculating the maximum possible motion amount from the situation of other motion amount when a certain specified motion amount is to be varied relative to the parallel motion and inclining motion of a gonio-stage, and thereupon admitting a movement within the limit thus obtained.

CONSTITUTION: A drive command system 8 receives externally a command about parallel motion or inclining motion to be made by a gonio-stage 5, and sends the command to a computational processing system 7. This processing system 7 stores in memory the parallel motion amount and inclining motion amount of the gonio-stage 5 at the current time. When a motion command is received from the drive command system 8, the processing system calculates the limit value for movability and transmits only motion commands within this limit to a drive system 6, which implements the commands. This allows setting of the motion limit while correlation between the x, y parallel motion and α , β inclining motion are taken into consideration, so that any desired combination of the x, y, α , β motion amounts can be achieved within the extent in which the gonio-stage does not touch an objective stop.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

⑫ 公開特許公報(A) 平3-254055

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)11月13日

H 01 J 37/20

C

9069-5E

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 電子顕微鏡

⑯ 特 願 平2-49304

⑰ 出 願 平2(1990)3月2日

⑱ 発 明 者 細 井 紀 舟 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 三 沢 豊 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑳ 発 明 者 木 本 浩 司 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

電子顕微鏡

2. 特許請求の範囲

1. 試料を透過した電子線を検出する装置において、試料はサイドエントリー方式のゴニオステージにより電子線の通路に保持され、ゴニオステージは、電子線と平行でない任意の面内において設定される直交座標系のx方向及びy方向の並進移動、並びに、x軸回り及びy軸回りの傾斜を試料に施すための駆動系と、外部から並進または傾斜の駆動命令を受ける駆動指示系と、演算処理系とにより制御され、演算処理系は駆動指示系が駆動命令を受ける毎に並進または傾斜の限界値を設定し、この範囲内での駆動を駆動系に実行させることを特徴とする電子顕微鏡。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は試料に電子線を透過させて、結晶構造、組成、化学結合状態などの情報を得る電子顕微鏡

及びその類似装置に関する。

〔従来の技術〕

電子線が試料を透過する際に発生する特性X線を利用しての分析機能を持たせた電子顕微鏡では、電子線の通路に試料を保持する方法としてサイドエントリー式のゴニオステージを用いるのが一般的である。ゴニオステージに装着された試料は対物レンズのポールピースと呼ばれるギャップ形成部のほぼ中央に保持される。第2図はこの様子を説明するためのゴニオステージ挿入方向から見た断面図である。対物レンズのポールピースの一部分である11、12によつて形成される隙間13の中央にゴニオステージの試料保持部14が挿入されている。隙間13内にはこの他に対物絞り15も挿入されている。電子線16に対する試料の位置や向きは14の位置や向きを変えて変化させることができる。一例として14を傾けた場合、傾きが大きすぎると14'に示したゴニオステージの傾き状態で14と15が接触し、対物絞りが破損する。このためゴニオステージの移動可能範

囲を設定して、鏡体内部品との接触を防ぐ必要がある。

第3図はサイドエントリー方式ゴニオステージの構造と、並進及び傾斜の機構を説明する図である。主軸20の先端付近は平坦部21になっており、主軸の中心線方向にx軸22を設定する。21にはx軸22と垂直なy軸23を中心に回転できる傾斜子24が付いており、試料25は24に装着される。主軸20の微動によって試料25にx方向及びy方向の並進移動を与えることができ、主軸20の回転によりx軸回りの傾斜 θ を与えることができ、傾斜子24の傾斜によりy軸回りの傾斜 φ を与えることができる。なお、xy平面は常に平坦部21と平行にとるものとする。すなわちx軸回りの傾斜によってy軸の方向が変化するものと約束する。

サイドエントリー方式のゴニオステージにおいては、第3図で説明した機構によって試料の電子線に対する位置と向きを変えることによってできるが、移動の量がある限度を越えると第2図で説

すなわち、走査電子顕微鏡の鏡体内には広い空間があるので、ゴニオステージの動きと移動干渉部材の動きを連動させる機構を組み込む余地が十分にあった。これに対して透過電子顕微鏡では、細い棒状のゴニオステージを電子レンズ内に差し込む機構であり、十分に安定して動作するようなゴニオステージと移動干渉部材の連動機構を付属させることは非常に困難である。また仮に実現したとしても、サイドエントリー方式ゴニオステージが大がかりなものになるため、外部からの振動の影響を受け易くなり、電子顕微鏡本体の性能を損ってしまう。

そこで、大型化の不都合を回避するために、単純化応用が考えられる。これは、1個の移動干渉部材で正確にゴニオステージのすべての動きをモニターするのではなく、x, y, θ , φ のそれぞれに一組ずつの固定及び移動干渉部材を割り当てる方法である。この方法であれば、x, y, θ , φ のそれぞれの駆動部の適当な部位に正、負の移動限界値に対応する固定干渉部材と、この間を移

動した様な対物絞りの破損を生じる。この対策として、x, y方向の並進移動量及び θ , φ の傾斜移動量の全てについて限界値を設けて、これを越えての移動ができないようインターロックをかける必要がある。

この種のインターロックの方法として、特開昭59-146145号に記載の干渉部材による接触の危険の検出法が考案されている。これは、鏡体試料室内部構造を代表する固定干渉部材とゴニオステージの移動量を代表する移動干渉部材を設け、移動干渉部材の移動をゴニオステージの移動と完全に連動させ、固定干渉部材と移動干渉部材の電気的なまたは機械的接触によってゴニオステージの移動限界を検出してインターロックをかける方法である。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記従来技術は反射電子を検出する走査電子顕微鏡への利用を想定して考案されたもので、透過電子を検出する電子顕微鏡のような非常に限られた空間での実用化については配慮されていない。

動するような移動干渉部材を設置すれば良く、大型化の都合は生じない。しかし、この場合、x, y, θ , φ のそれぞれについて個別に固定された限界値を設けるため、x, y, θ , φ の全てが同時に限界値となってもゴニオステージと対物絞りの接触が生じない範囲でなければならないという欠点がある。

近年の電子顕微鏡に対する高分解能化の要求のために、上記従来技術の単純化応用インターロックの欠点が顕著なものとなってきた。

分解能は電子線の波長が短いほど向上し、また、対物レンズの磁界が強いほど向上する。対物レンズの磁界を強めるにはポールピースの隙間を狭くする必要があり、その分だけゴニオステージの移動量の範囲が小さくなり、電子線の加速電圧300 kVクラスの電子顕微鏡では波長が短いので高分解能化によってもポールピースの隙間はさして狭まらないが、200 kVクラスでは隙間の狭まりの影響が大きい。従来の限界値設定方法では、分解能1.4 nmの装置ではx, yが $\pm 1 \mu\text{m}$, θ ,

φ が $\pm 20^\circ$ の範囲で移動できたが、 1.0 nm 分解能装置では、 x, y が $\pm 1 \text{ nm}$ 、 θ, φ が $\pm 10^\circ$ の範囲に制約される。

一例として、 1.0 nm 分解能装置において試料の移動量を $x = y = 0.5 \text{ nm}$ 、 $\theta = 20^\circ$ 、 $\varphi = 5^\circ$ に設定したいとする。この設定にしてもゴニオステージと対物絞りは接触しないにもかかわらず、 1.0 nm 分解能装置ではインターロックの働きによりこの様な設定にはできない。すなわち、従来のインターロック技術では、本来移動可能な x, y, θ, φ の範囲のうちの一部の範囲での移動しか許されず、使用者に不便を強いている。

本発明の目的は、従来の干渉部材の接触法には依らずに、 x, y, θ, φ の各々の移動量について相対的に考慮しながら動作するインターロック手段を備えることにより、ゴニオステージと対物絞りの接触が生じない範囲での自由な x, y, θ, φ の組合せを実現する電子顕微鏡を提供することにある。特に、本発明の電子顕微鏡は結晶性物質

方法は、人によるツマミ、ボタン、レバー、ペダル等の入力手段による直接入力方法またはプログラムされた計算機からの命令転送による方法とする。演算処理系7は記憶素子、演算素子、駆動指示系8からの命令受け入れ手段、及び、駆動系6への命令伝達手段から構成される。演算処理系7は現時点でのゴニオステージ5の並進及び傾斜移動量を記憶している。ここへ駆動指示系8から移動命令を受け取ると移動可能限界値を算出してこの範囲内の移動命令のみを駆動系6へ伝達して実行させる。このようにすれば、 x, y の並進、 θ, φ の傾斜移動の相対的関係を考慮しながら移動限界を設定できるので、ゴニオステージが対物絞りなどと接触しない範囲で x, y, θ, φ の移動量の自由な組合せが実現できる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を説明する。第1図は本実施例の基本構造図である。ゴニオステージ5は電子顕微鏡の鏡体2の中の電子線の通路に試料4を保持しており、試料4に対して第3図で示し

の解析に有利である。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、 x, y, θ, φ の移動量のうちのいずれかを変えようとする毎に、他の移動量を現状の値に保持するという条件下で変えようとする移動量のみの移動限界値を算出し、この限界値の範囲内での移動を許す構造とした。

〔作用〕

後述する実施例の全体構成を示す第1図を用いて本発明の概略を説明する。電子線源1から検出部3へ向つて電子線が通つている鏡体2中の電子線の通路に試料4を保持するためのサイドエントリ方式のゴニオメータ5は駆動系6、演算処理系7、駆動指示系8によつて制御される。駆動系6はゴニオステージ5に並進移動及び傾斜移動を行わせる役目を持ち、モータなどの動力発生手段と動力伝達手段から構成される。駆動指示系8はゴニオステージ5に行わせようとする並進移動や傾斜移動の命令を外部から受け取り、演算処理系7に伝える役割を持つ。外部からの命令受け取り

た様な x, y 方向の並進移動、 θ, φ の傾斜移動を与える構造になっている。これらの移動は駆動系6の電動モータの動力により実行される。駆動指示系8はゴニオステージに与えるべき移動を入力する部分で、ジョイスティックによつて $x, -x, y, -y$ の並進移動命令を入力し、別のジョイスティックによつて $\theta, +\theta, \varphi, +\varphi$ の傾斜移動命令を入力するようにした。演算処理系7は32ビットのパーソナルコンピュータと、駆動指示系8から命令を受けるためのインターフェースと、駆動系6のモータの電源をON, OFFする手段で構成される。

第4図及び第5図は本実施例におけるゴニオステージの並進及び傾斜移動の制御方法を説明するために、位置座標系を定義する図及びゴニオステージに設けた座標モニター点を示す図である。第3図に示した並進方向を定義する x 軸、 y 軸とは別に、鏡体内におけるゴニオステージの位置を表すための直交座標系を第4図のように設定する。電子線の進行方向31と平行にZ軸33をとり、

ゴニオステージの主軸方向にX軸33を定め、右手座標系となるよう残りのY軸を定める。このX軸、Y軸は、ゴニオステージの移動量ゼロの状態第3図のx軸、y軸と一致する。並進、傾斜移動によつてゴニオステージがボールピースの隙間内でゴニオステージの上下にある他の部品に接触しないようにするには、ゴニオステージのどの部分のZ座標も構造で決まる $\pm|Z_{max}|$ を越えないようにすれば良い。ゴニオステージの上方(-Z方向)または下方(+Z方向)に最も突き出した位置を代表するものとして、第5図の傾斜子24の8個の角の部分a~h、及びゴニオステージの平坦部24のy軸23をはさむ上下の4点l~oの座標を並進、傾斜の操作毎にモニターし、各点のZ座標が $\pm|Z_{max}|$ を越えないよう制御する。

一般にある座標点を表わす3項数ベクトル a の並、傾斜移動操作による新座標を表わす3項数ベクトル a' の関係は、Aを3行3列の行列として、 $Aa=a'$ と表わされる。この関係を本実施例の座標系に適用すれば、現在のX、Y、Z座標と θ 、

φ の下で $\pm x$ 、 $\pm y$ 、 $\pm \theta$ 、 $\pm \varphi$ のどの移動操作を加えるかによりAは一義的に定まる。また、 a は現在のX、Y、Z座標そのものであるから、 a' については簡単な代数で解くことができ、このZ座標成分の範囲を $\pm|Z_{max}|$ 以下にするように制御すれば良い。

本実施例では、演算処理系7に、a~h、l~o各点のX、Y、Z座標及び傾斜角 θ 、 φ の値を記憶しておき、さらに並進や傾斜の命令毎に行列計算を実行させ、a~h、l~oのすべてのZ座標が $\pm|Z_{max}|$ 以下である場合に駆動系7にゴニオステージの移動を実行させている。

本実施例の場合、従来技術の可動範囲設定をすると、x、yの並進は $\pm 1\text{mm}$ 以内、 θ 、 φ の傾斜は $\pm 10^\circ$ 以内となるが、本実施例で説明した本発明の移動制限方法によれば、一例として $x=y=\pm 0.5\text{mm}$ 、 $\theta=\pm 15^\circ$ 、 $\varphi=\pm 7^\circ$ (θ 、 φ はどの+、-の組み合わせも可)の移動量の組合せも実現でき、この組合せは従来技術では不可能であつた。

本実施例によれば、ゴニオステージによる鏡体内部品の破損を生じることなく、従来の移動制限方法では実現し得ない範囲の移動量の組合せを実現する電子顕微鏡を提供できる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、電子顕微鏡の鏡体内におけるゴニオステージの並進及び傾斜の移動に対して固定された上限値を設けるのではなくて、ある移動量を変える場合に、他の移動量の状況から可能な最大移動量を算出してその範囲の移動を許すので、広い範囲の並進、傾斜移動量の組合せを実現できる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の基本構成図、第2図はゴニオステージの試料保持部近くの電子顕微鏡鏡体内の様子を示す図、第3図はサイドエントリー方式ゴニオステージの構造と並進及び傾斜の機構の説明図、第4図は本発明の一実施例におけるゴニオステージの制御のために設けたXYZ直交座標系の説明図、第5図は本発明の一実施例

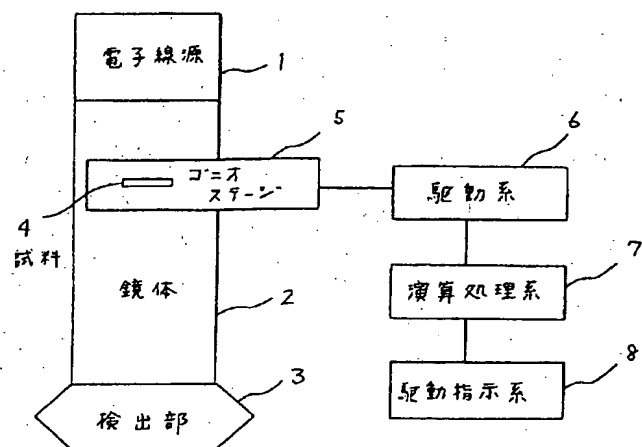
におけるゴニオステージの制御のために設けた座標位置モニター点を示す図である。

1…電子線源、2…電子顕微鏡の鏡体、3…電子線の検出部、5…サイドエントリー方式のゴニオステージ、6…駆動系、7…演算処理系、8…駆動指示系、11、12…対物レンズのボールピースの一部、13…ボールピースの隙間、14…ゴニオステージの試料保持部、15…対物絞り、20…ゴニオステージの主軸、21…主軸先端の平坦部、22…x軸、23…y軸、24…傾斜子、25…試料。

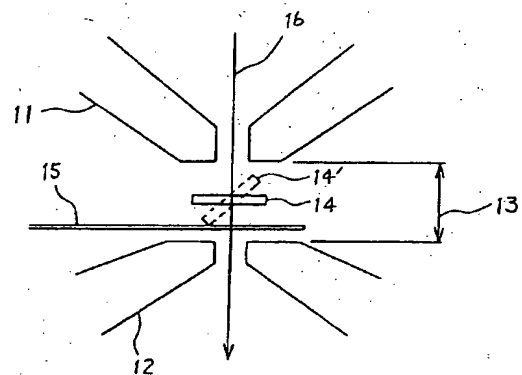
代理人 井理士 小川勝男



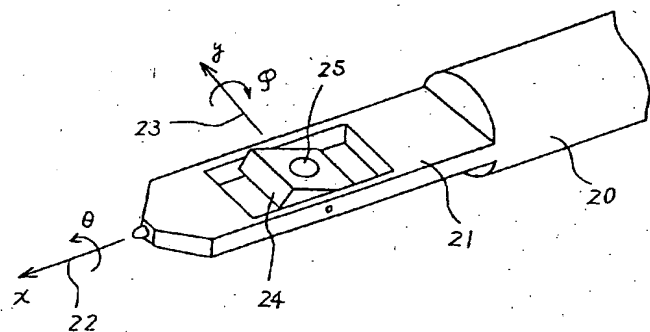
第 1 図



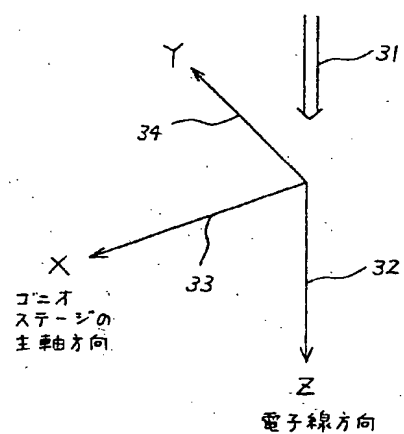
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

